

# Značajke kalkokambisola na području Nacionalnog parka Risnjak

---

**Brlić, Toni**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:611367>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-23**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU, FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE  
UNIVERSITY OF ZAGREB, FACULTY OF FORESTRY AND WOOD TECHNOLOGY



**Završni rad**

**Značajke kalkokambisola na području Nacionalnog parka Risnjak**  
**Properties of the Calcocambisols in Risnjak National Park**

Zagreb, 2024.

## Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>2. Materijali i metode</b> .....	3
<b>2.1. Područje istraživanja</b> .....	3
<b>2.2. Baza podataka</b> .....	5
<b>2.3. Laboratorijske analize</b> .....	6
<b>2.4. Statističke analize</b> .....	7
<b>3. Rezultati i rasprava</b> .....	8
<b>3.1 Stjenovitost i kamenitost</b> .....	8
<b>3.2. Dubina tla i debljina A i B horizonata</b> .....	9
<b>3.3. Skeletnost i tekstura tla</b> .....	10
<b>3.4. Reakcija tla i karbonati u tlu</b> .....	11
<b>3.5. Organski ugljik i ukupni dušik u tlu</b> .....	12
<b>3.6. Biodostupni fosfor i kalij u tlu</b> .....	13
<b>3.7. Hraniva</b> .....	14
<b>4. Zaključci</b> .....	15
<b>5. Literatura</b> .....	16
<b>Prilozi</b> .....	18

<b>Zavod:</b>	Zavod ekologiju i uzgajanje šuma
<b>Predmet:</b>	Pedologija
<b>Mentor:</b>	prof.dr.sc. Darko Bakšić
<b>Asistent:</b>	
<b>Student:</b>	Toni Brlić
<b>JMBAG:</b>	0068233418
<b>Akad. godina:</b>	2023./2024.
<b>Mjesto, datum obrane</b>	Zagreb, 27.09.2024.
<b>Sadržaj rada:</b>	slika: 14; tablica: 2; prilozi: 14; navodi literature: 25
<b>Sažetak:</b>	<p>U završnom radu upoređene su značajke kalkokambisola (smeđeg tla na vapnencima i dolomitima) na području Nacionalnog parka Risnjak. Značajke su uspoređene s obzirom na nekoliko različitih supstrata koji se razlikuju u pogledu načina i intenziteta fizičkog i kemijskog trošenja: čvrsti vapnenci (V), dolomitični vapnenci (DV), dolomiti (D) i vapnenačka morena (VM).</p> <p>Iz postojećih baza podataka o tlima s područja NP Risnjak izdvojeni su analitički podaci o 57 pedoloških profila koji su otvoreni na kalkokambisolu, na različitim matičkim supstratima. Osim toga, izdvojeno je 18 pedoloških profilana na kojima su utvrđena hraniva u A-horizontu primjenom Mehlich-3 metode ekstrakcije. Podatci su analizirani u statističkom programu Statistica 14.0.0.15.</p> <p>Uspoređene su ektomorfološke značajke površinska stjenovitost i kamenitost; endomorfološke dubina tla, te debljina A- i B-horizonta, a od pedofiziografskih značajki pH-vrijednost, udjel karbonata, udjel organskog ugljika i ukupnog dušika, C/N odnos, biodostupni fosfor i kalij te hraniva (P, K, S, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn i B).</p> <p>Kod kalkokambisola na D zabilježena je najmanja površinska stjenovitost i kamenitost zemljišta. Prosječne pH-vrijednosti u A- i B-horizontu i prosječni udjeli karbonata bili su veći u kalkokambisolima na D u odnosu na kalkokambisole na V i VM. Udjeli organskog ugljika i ukupnog dušika bili su podjednaki za kalkokambisole na svim matičnim supstratima, dok je C/N odnos za kalkokambisole na D bio najnepovoljniji. Udjel biodostupnog fosfora u A-horizontu kalkokambisola na svim matičnim supstratima bio je vrlo nizak, a udjel biodostupnog kalija kod kalkokambisol na D dobar, dok je kod kalkokambisola na V, DV i VM nizak. U pogledu ostalih hraniva statistički značajna razlika utvrđena je samo za Mg i to za kalkokambisole na D koji imaju statistički značajno veću udjel Mg u odnosu na kalkokambisole na V.</p>



# IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

OB FŠDT 05 07

Revizija: 2

Datum: 29.04.2021.

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 27.09.2024. godine

---

*vlastoručni potpis*

Toni Brlić

## Sažetak

U završnom radu upoređene su značajke kalkokambisola (smeđeg tla na vapnencima i dolomitima) na području Nacionalnog parka Risnjak. Značajke su uspoređene s obzirom na nekoliko različitih supstrata koji se razlikuju u pogledu načina i intenziteta fizičkog i kemijskog trošenja: čvrsti vapnenci (V), dolomitični vapnenci (DV), dolomiti (D) i vapnenačka morena (VM).

Iz postojećih baza podataka o tlima s područja NP Risnjak izdvojeni su analitički podatci o 57 pedoloških profila koji su otvoreni na kalkokambisolu, na različitim matičkim supstratima. Osim toga, izdvojeno je 18 pedoloških profilana na kojima su utvrđena hraniva u A-horizontu primjenom Mehlich-3 metode ekstrakcije. Podatci su analizirani u statističkom programu Statistica 14.0.0.15.

Uspoređene su ektomorfološke značajke površinska stjenovitost i kamenitost; endomorfološke dubina tla, te debljina A- i B-horizonta, a od pedofiziografskih značajki pH-vrijednost, udjel karbonata, udjel organskog ugljika i ukupnog dušika, C/N odnos, biodostupni fosfor i kalij te hraniva (P, K, S, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn i B).

Kod kalkokambisola na D zabilježena je najmanja površinska stjenovitost i kamenitost zemljišta. Prosječne pH-vrijednosti u A- i B-horizontu i prosječni udjeli karbonata bili su veći u kalkokambisolima na D u odnosu na kalkokambisole na V i VM. Udjeli organskog ugljika i ukupnog dušika bili su podjednaki za kalkokambisole na svim matičnim supstratima, dok je C/N odnos za kalkokambisole na D bio najnepovoljniji. Udjel biodostupnog fosfora u A-horizontu kalkokambisola na svim matičnim supstratima bio je vrlo nizak, a udjel biodostupnog kalija kod kalkokambisol na D dobar, dok je kod kalkokambisola na V, DV i VM nizak. U pogledu ostalih hraniva statistički značajna razlika utvrđena je samo za Mg i to za kalkokambisole na D koji imaju statistički značajno veću udjel Mg u odnosu na kalkokambisole na V.

# 1. Uvod

Tlo predstavlja ključnu komponentu šumskih ekosustava, pri čemu svaka promjena njegovih svojstava izravno utječe na sastav i produktivnost šuma, kvalitetu drva, otpornost šumskih sastojina na vjetar i biljne bolesti, reproduktivni kapacitet šuma te njezine ekološke i društvene funkcije. Nijednu od ovih karakteristika šume nije moguće pravilno razumjeti ili objasniti bez poznavanja i uvažavanja svojstava tla (Ćirić 1984, Pernar 2017).

Tlo se opisuje kao "multifunkcionalno, uvjetno obnovljivo prirodno dobro" te predstavlja dominantno obilježje i ključnu komponentu terestričnih ekosustava (Pernar 2017) u koje spadaju i šume. S obzirom na njegovu središnju ulogu, poznavanje tla u upravljanju terestričnim ekosustavima važno je kako bi se osiguralo održivo korištenje tla, njegovo očuvanje te njegova dugoročna funkcionalnost i ekološka stabilnost (Pernar 2017).

Proces formiranja tla započinje fizičkim i kemijskim trošenjem matične stijene, odvijajući se kroz niz međusobno povezanih procesa koji čine pedogenezu. Tla razvijena na različitim matičnim podlogama pokazuju karakteristične razlike u fizičkim svojstvima, što je rezultat različitih oblika trošenja tih podloga. Kemijski i mineraloški sastav matične podloge utječe na količinu materijala proizvedenog trošenjem te na početnu propusnost podloge za vodu, što potom određuje brzinu razvoja tla i vrijeme potrebno za postizanje klimaks stadija (Škorić 1986).

Najzastupljenije tlo u Hrvatskoj koje se rasprostire na 9 243 km<sup>2</sup> i zauzima 17,55 % kopnene površine je kalkokambisol (Martinović 1997). Kalkokambisol, odnosno smeđe tlo na vapnencima i dolomitima, ujedno je i najrasprostranjeniji tip tla u krškim područjima Hrvatske (Pernar i dr., 2022). Nalazi se unutar odjela automorfna tla i pripada klasi kambična tla koja ispod A-horizonta imaju deblji B-horizont koji je ujedno dijagnostički horizont ove klase.

Sam naziv, smeđe tlo na vapnencima i dolomitima, sugerira da je ovo tlo razvijeno na vapnencima i dolomitima koji, međutim, uključuju i niz prijelaznih formi stijena glede načina i intenziteta fizičkog i kemijskog trošenja (Pernar i dr. 2022).

Brojni su znanstveni radovi u kojima se opisuju i/ili uspoređuju značajke kalkokambisola u različitim bioklimatima i pod različitom šumskom vegetacijom (Pernar 1996, Martinović 2003, Bakšić i dr. 2008, Švob i dr. 2022, Pernar i dr. 2022, Vukelić i dr. 2023, Pernar i dr. 2024), a u nedavno publiciranom radu (Perković i dr. 2024) analiziran je utjecaj matičnog supstrata na značajke kalkokambisola na području NP Plitvička jezera.

Tema završnog rada povezana je upravo sa značajkama kalkokambisola razvijenog na različitim supstratima u području Nacionalnog parka Risnjak.

## Općenito o kalkokambisolu

Kalkokambisol ima sklop profila A-B-R ili A-B-C-R. Pojavljuje se u različitim bioklimatima, pod različitom šumskom ili travnom vegetacijom (Pernar 2017). O njegovoj genezi na čistim i tvrdim vapnencima i dolomitima ima više teorija, od kojih je najviše prihvaćena ona o rezidualnom (netopljivom) ostatku matične stijene (Ćirić i dr. 1988, Martinović 2003). Ovo se tlo, u dugom vremenskom slijedu, razvija iz posmeđene crnice na

vapnencima i dolomitima, a nastavak njegove geneze ide u pravcu ilimeriziranog tla. Tako se u prirodi obično nalazi u asocijaciji s navedenim tipovima tla, ovisno o klimi i reljefu (Pernar, 2017). Javlja se u dva podtipa: tipični i ilimerizirani, dok se varijetet i forma razdvajaju s obzirom na dubinu tla i teksturu. Najzastupljeniji je varijetet plitkog kalkokambisola (< 35 cm) (Martinović, 2003). Dubina kalkokambisola rijetko prelazi 60 cm, a prijelaz prema stijeni je nagao i najčešće vrlo neravan što dovodi do velikih varijacija u dubini tla na malim udaljenostima, tzv. "džepovi" – slika 1 (Pernar 2017).

U području rasprostranjenosti kalkokambisola stjenovitost je značajna i kreće se u rasponu od 30 do 50%. U A-horizontu struktura je mrvičasta do graškasta, a u B-horizontu poliedrična do orašasta. Po teksturi ova tla najčešće su ilovaste gline do gline (Martinović 2003).



Slika 1. Kalkokambisol na vapnencu, varijacija dubine tla kod kalkokambisola na vapnencu, tzv. „džepovi“ i kalkokambisol na dolomitu (foto D. Bakšić i B. Vrbek, preuzeto iz Pernar 2017)

Udjel organske tvari u A-horizontu varira ovisno o humidnosti klime i načinu korištenja. U sušijim klimama ili na poljoprivrednim površinama poput travnjaka, sadržaj organskog ugljika (OC) iznosi oko 25-30 g kg<sup>-1</sup>, dok je u vlažnijim klimama, poput šumskih područja, taj udio veći od 60 g kg<sup>-1</sup>, a s prisutnošću prijelaznog humusa može biti i iznad 120 g kg<sup>-1</sup> (Pernar 2017).

U B-horizontu udjel OC može varirati od 5 do 30 g kg<sup>-1</sup>. Ovo tlo, kao i ostala kambična tla, ne sadrži karbonate, osim u obliku karbonatne opne na prijelazu u stijenu. pH-vrijednost u A-horizontu kreće se između 5,5 i 6,5, dok je u B-horizontu između 6,5 i 7. Kapacitet adsorpcije je visok, a stupanj zasićenosti bazama prelazi 50%. Kalkokambisoli lakše teksture imaju nešto niže pH-vrijednosti, manji kapacitet adsorpcije i niži stupanj zasićenosti bazama. Opskrba lakopristupačnim kalijem je visoka, dok je opskrba fosforom vrlo niska (Martinović 2003, Pernar 2017).

Varijabilna dubina tla, zajedno s čestim kamenitim i stjenovitim površinama, predstavlja ograničenje u korištenju potencijala kalkokambisola. Dublji kalkokambisoli su vrlo plodna tla, osim što im nedostaje lakopristupačnog fosfora. (Pernar 2017.)

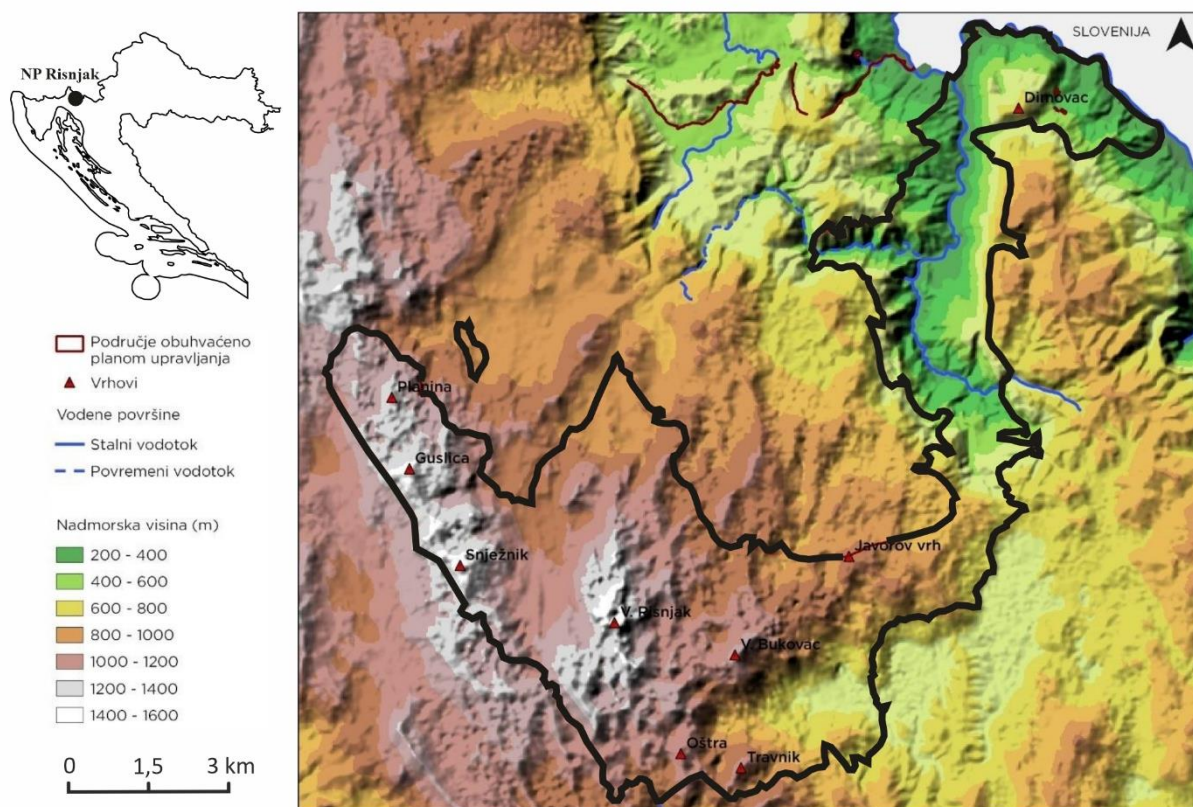


## 2. Materijali i metode

### 2.1. Područje istraživanja

Nacionalni park Risnjak (slika 2) nalazi se na sjeverozapadu Hrvatske, u Gorskom kotaru. Park se pruža na površini od 6 340,29 hektara. Obuhvaća središnje dijelove masiva Risnjaka i Snježnika te izvor rijeke Kupe s njezinim gornjim tokom (JU NP Risnjak 2022).

Nadmorska visina u parku varira od 290 metara u dolini rijeke Kupe do 1 528 metara na vrhu Velikog Risnjaka. Zračna udaljenost od vrha Velikog Risnjaka do mora iznosi 15 km, dok je izvor Kupe udaljen 8 km. Sjeverni dio Nacionalnog parka Risnjak graniči s Republikom Slovenijom, a uz njega se s jedne strane nalazi područje Ekološke mreže (EM) Dio Kupe, dok se s druge strane naslanja na područje Ekološke mreže Potok Gerovčica. Središnji dio masiva Risnjaka proteže se zapadno od mjesta Crni Lug kod Delnica do ceste Gornje Jelenje-Lazac-Gerovo, a južno od Mrzle Vodice do livade Šegine na sjeveru. Sjeverozapadno od Risnjaka nalazi se masiv Snježnika, a između ta dva vrha smještena je prostrana livada Lazac (JU NP Risnjak 2022).

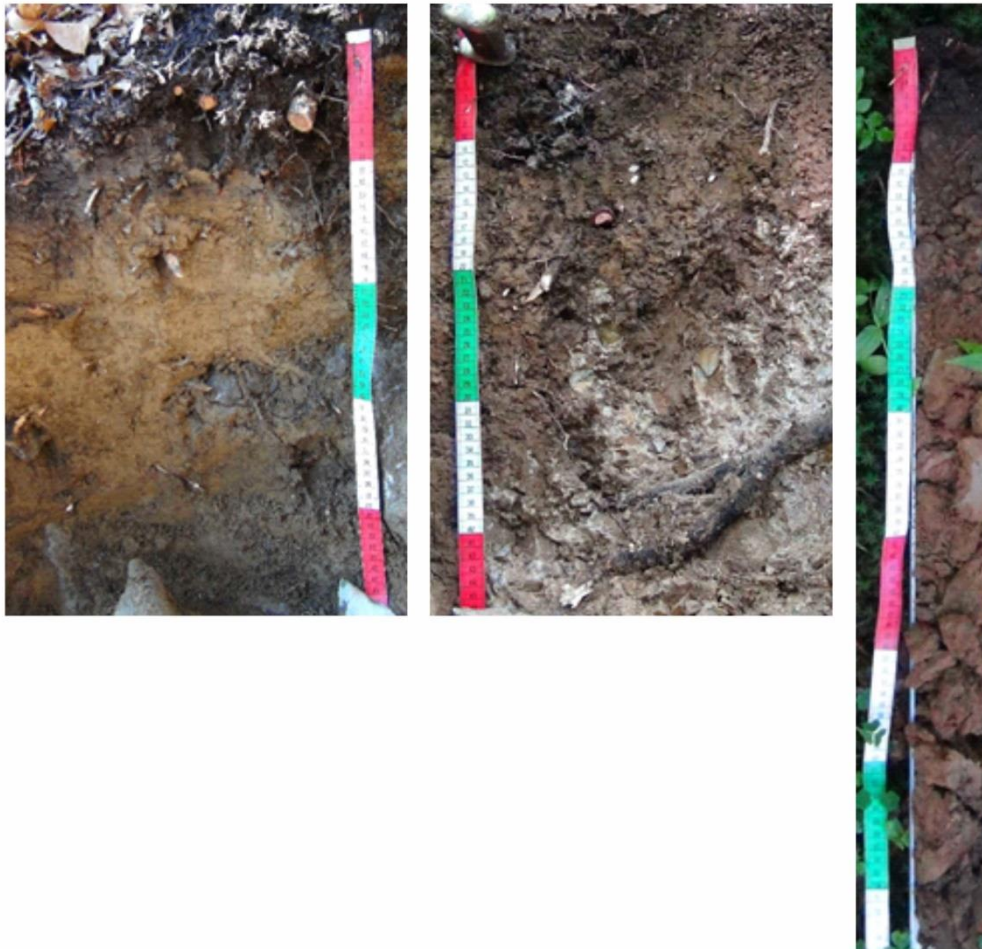


Slika 2. Geografski položaj i reljef NP Risnjak s ucrtanom granicom (prilagođeno prema JU NP Risnjak, 2022)

Područje NP Risnjak ima složenu geološku građu. Izgrađuju ga sedimentne (vrlo malim dijelom i metamorfne) stijene relativno velikog raspona geološke starosti od perma do kvartara (Pernar i dr. 2022).

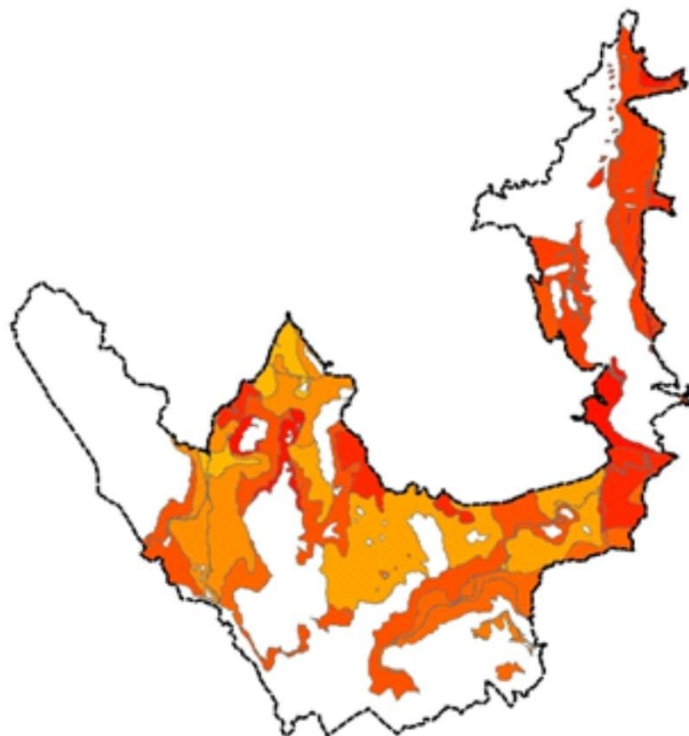
Geološku podlogu, odnosno matični supstrat na kojem se u NP Risnjak pojavljuje kalkokambisol prema Pernar i dr. (2022) čine:

- čvrsti vapnenci,
- fizički trošivi dolomitični vapnenci i dolomiti,
- morene i fluvioglacialni sedimenti (slika 3).



Slika 3. Kalkokambisoli na području NP Risnjak: na vapnencu (lijevo); na dolomitu (sredina); na vapnenačkoj moreni (desno) (prilagođeno prema Pernar i dr. 2022)

Kalkokambisol je najzastupljenije tlo (slika 4) na cjelokupnom prostoru NP Risnjak, izuzev areala silikatnih supstrata s distričnim kambisolom. Najviše je zastupljen u biljnim zajednicama koje imaju najveći udio u NP Risnjak – u dinarskoj bukovo-jelovoj šumi (*Omphalodo-Fagetum* /Tregubov 1957/ Marinček et al. 1993), u pretplaninskoj bukovoj šumi s planinskim žabnjakom (*Ranunculo platanifoliae-Fagetum* Marinček et al. 1993) i u bukovoj šumi s crnim kukurijekom (*Helleboro nigri-Fagetum* Zukrigl 1973/Pelcer 1978 nom. illeg.) (Pernar i dr. 2022).



Slika 4. Rasprostranjenost kartografskih jedinica u NP Risnjak u kojima najveći udio ima kalkokambisol (prema Pernar i dr. 2022)

Na području NP Risnjak mogu se uočiti dva klimatska tipa (Pernar i dr. 2022):

- umjereno topla kišna klima s toplim ljetom (Cfsbx" – varijanta tipa klime Cfwbx", od kojeg se razlikuje po tome što je najsuši dio godine ljeti i što je maksimum oborine u početku toplog dijela godine manji od maksimuma u kasnoj jeseni)
- snježno-šumska (ili borealno-subarktička) klima (Dfsbx").

Granica između ovih dvaju klimatskih tipova nalazi se na nadmorskoj visini od 1 200 metara, što znači da veći dio parka pripada umjereno toploj kišnoj klimi.

## 2.2. Baza podataka

Za potrebe usporedbe pedofiziografskih značajki kalkokambisola, s obzirom na različiti matični supstrat, korišteni su analitički podatci s profila tla preuzetih iz slijedećih baza tla:

- 24 profila – projekt „Geografske i fiziografske značajke tla Nacionalnog parka „Risnjak“ (2019-2022) (Pernar i dr. 2022);
- 24 profila – tipološka istraživanja koja je provela skupina istraživača Šumarskog instituta Jastrebarsko za potrebe nekadašnjeg Šumskog gospodarstva "Delnice" (Martinović 1974, 1976) i Osnovna pedološka karta Hrvatske (OPKH, Martinović 1978)
- 9 profila – doktorska disertacija Pernar (Pernar 1996)

### 2.3. Laboratorijske analize

Dodatno je odabrano 18 uzoraka tla humusno-akumulativnog horizonta formiranog na različitim matičnim supstratima te je određen udjel hraniva (P, K, S, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn i B) ekstrakcijom u Mehlich-3 otopini. Analitički postupak detaljno je opisan u Zhang i dr. (2014). Određivanje udjela makro i mikro elemenata u priređenim uzorcima izvedeno je tehnikom atomske emisijske spektrometrije (ICP-AES) uz induktivno spregnutu plazmu (uređaj Thermo Fisher, iCAP 6300) u Ekološko-pedološkom laboratoriju Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu.

Tablica 1: 18 uzoraka izdvojenih za analizu

Oznaka profila	Taksonomski naziv tla	Biljna zajednica (Vukelić, 2020)	Matični supstrat
RIS P3	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol), tipično, plitko, ilovasto	<i>Ranunculo plataniifoliae-Fagetum</i>	vapnenac
RIS P14	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na dol. vapnencu), tipično, plitko, glinasto-ilovasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenac gromadasti
RIS P55	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na vapnencu), tipično, plitko, ilovasto	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	vapnenac
RIS P50	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol na uslojenom vapnencu), tipično, plitko, ilovasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenac
RIS P100	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol na vapnencu), tipično, plitko, glinasto- ilovasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenac
RIS P6	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol), ilimerizirano, srednje duboko, ilovasto, sa sirovim humusom	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenac gromadasti
RIS P99	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol na vapnencu), tipično, srednje duboko, glinasto- ilovasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenac
RIS P25	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na frakturiranom vapnencu), tipično, srednje duboko, ilovasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenac
RIS P89 Leska 22	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na kalcitičnom dolomitu), tipično, plitko do srednje duboko, ilovasto	<i>Blechno-Abietetum</i>	dolomit
RIS P86 Leska 19	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na dolomitu), tipično, srednje duboko, ilovasto-glinasto	<i>Blechno-Abietetum</i>	dolomit
RIS P13	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na dolomitu), tipično, plitko do duboko, glinasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	dolomit
RIS P10	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na vapnenačkoj moreni), tipično, plitko, ilovasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	graškasti skelet vapnenačke morene

RIS P37	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na vapnenačkoj moreni), tipično, srednje duboko, glinasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenačka morena
RIS P51	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol na vapnenačkoj podinskoj moreni), tipično, plitko, ilovasto	<i>Ranunculo platanifoliae-Fagetum</i>	vapnenačka morena
RIS P64	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol na vapnenačkoj moreni), tipično do ilimerizirano, duboko, glinasto	<i>Aremonio-Piceetum</i>	vapnenačka morena
RIS P65	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol na vapnenačkoj moreni), ilimerizirano, duboko, glinasto	<i>Aremonio-Piceetum</i>	vapnenačka morena
RIS P18	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na dol. vapnencu), tipično, plitko, glinasto-ilovasto	<i>Ranunculo platanifoliae-Fagetum</i>	dolomitični vapnenac
RIS P20	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na dol. vapnencu), ilimerizirano, duboko, glinasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	dolomitični vapnenac

## 2.4. Statističke analize

Za sve pedofiziografske značajke po matičnom suspratu prikazana je deskriptivna statistika: aritmetička sredina, standardna devijacija, minimum, maksimum, medijan i koeficijent varijacije. Nadalje, kada se u radu spominje srednja vrijednost misli se na aritmetičku sredinu. Usporedba analiziranih parametara tla po matičnom supstratu za A i B horizonte napravljena je analizom varijance ako je bio zadovoljen uvjet homogenosti varijance. Kad je analiza varijance pokazala da postoji statistički značajna razlika, pojedinačne razlike testirane su Tukey-evim višestrukim *post hoc* testom. Ako nije bio zadovoljen uvjet homogenosti varijance, testiranje je obavljeno Kruskal-Wallis-ovim neparametrijskim testom, a kao post-hoc test primijenjen je test višestruke usporedbe. Analize su provedene u programu Statistica 14.0.0.15 (TIBCO Software Inc. 2020).

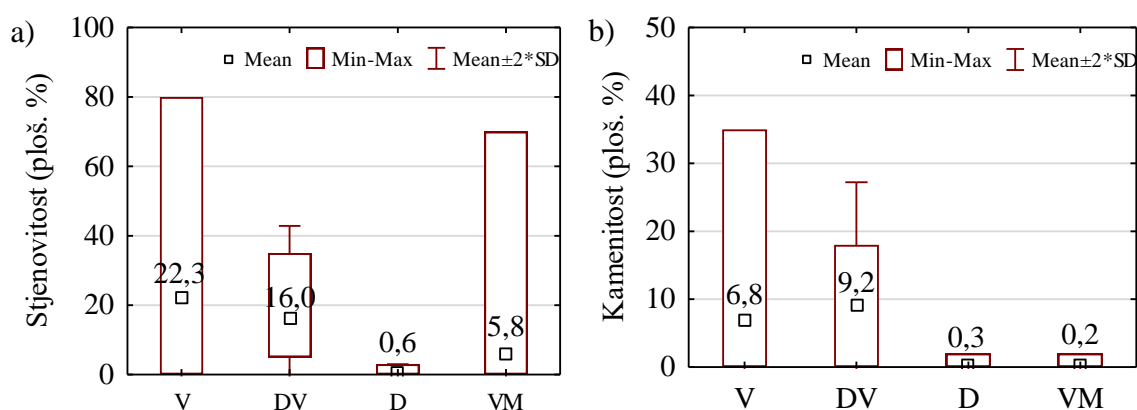
### 3. Rezultati i rasprava

U nastavku se iznose rezultati i rasprava vezani uz ektomorfološke i pedofiziografske značajke tla za A i B horizonte prema različitom matičnom supstratu: vapnenac (V), dolomitični vapnenac (DV), dolomit (D) i vapnenačka morena (VM) pa će se nadalje kod usporedbe značajki kalkokambisola koristiti navedene kratice za pojedini matični supstrat.

#### 3.1 Stjenovitost i kamenitost

Najveće razlike između kalkokambisola utvrđene su u ektomorfološkim parametrima površinske stjenovitosti i kamenitosti zemljišta. Kalkokambisoli na V imaju statistički značajno veću površinsku stjenovitost koja iznosi 22,3 % ( $H(3, N = 57) = 21,318; p < 0,001$ ) od kalkokambisola na D i VM. Iako kalkokambisoli na DV također imaju značajan udjel površinske stjenovitosti koji iznosi 16,0 %, oni se na razlikuju statistički značajno od kalkokambisola na D i VM (slika 5a).

Kalkokambisol na V i DV imaju veću površinsku kamenitost (6,8 i 9,2 %) od kalkokambisola na D i VM (slika 5b).

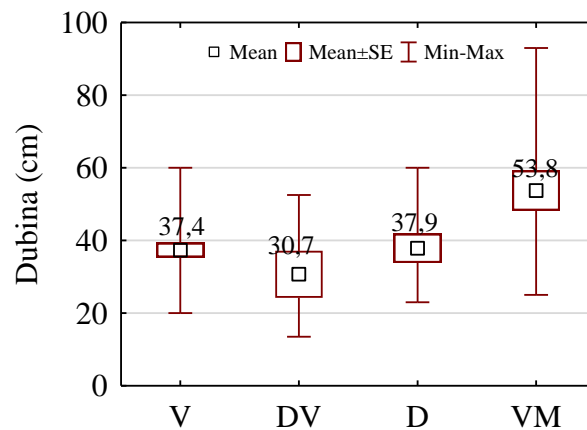


Slika 5. Površinska stjenovitost (a) i kamenitost (b) kalkokambisola na različitim matičnim supstratima

Kod kalkokambisola na D zabilježena je najmanja površinska stjenovitost i kamenitost zemljišta. Kod kalkokambisola na V i VM površinska stjenovitost, prema FAO klasifikaciji (2006), kreće u rasponu od vrlo niske (0 do 2 %) do vrlo visoke (40 do 80 %). Veliki raspon u stjenovitosti na V ovisi o teksturi stijene (posebice slojevitosti), kao i o položaju slojeva. Kalkokambisole na gromadastim vapnencima odlikuje visoka stjenovitost dok ista na pločastim vapnencima može i izostati (Perković i dr. 2024). Iako je srednja vrijednost kalkokambisola na V nešto niža od raspona 30 % – 50 % koju navodi Martinović (2003), ukupni raspon je veći i ide čak do 80 % stjenovitosti. Međutim, vrlo visoka stjenovitost (iznad 60 %) zabilježena je samo na 4 profila (od 31 profila).

### 3.2. Dubina tla i debljina A i B horizonata

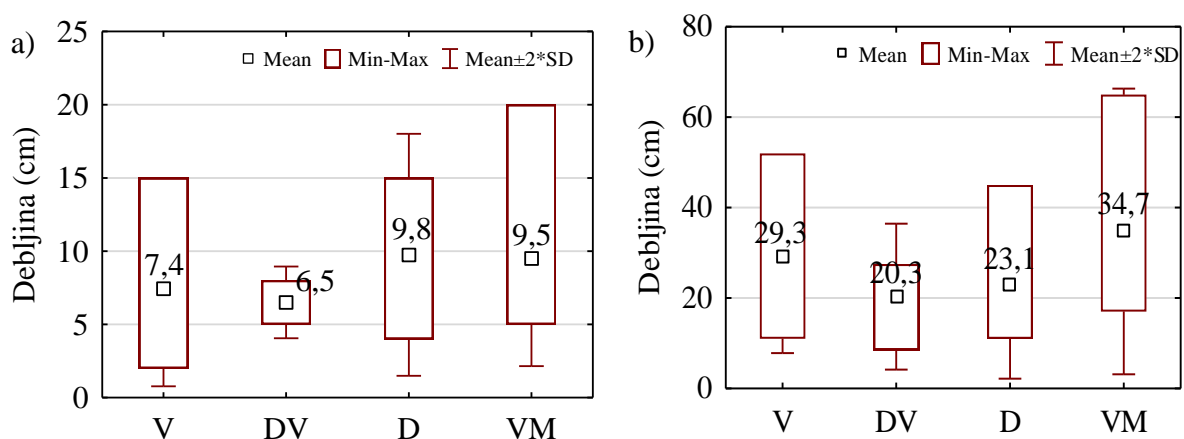
Prosječna dubina kalkokambisola na V i DV do čvrste stijene je 37,4 cm, odnosno 30,7 cm, a kalkokambisola na D 37,9 cm. Najdublji je kalkokambisol na VM. Njegova srednja dubina iznosi 53,8 cm, a maksimalno zabilježena dubina 93 cm. Po dubini tla najdominantniji varijetet kod kalkokambisola na V, DV i D je plitki (dubina < 35 cm), a kod kalkokambisola na VM je duboki (dubina > 50 cm).



Slika 6. Dubina profila kalkokambisola na različitim matičnim supstratima

Prosječna debljina A-horizonta kalkokambisola na V je 7,4 cm s rasponima debljina od 2 do 15 cm, a prosječna debljina A-horizonta kalkokambisola na DV je 6,5 cm s rasponima debljina od 5 do 8 cm. Ovi su podaci u skladu s podacima koje za debljinu A-horizonta (7,2 do 13 cm) za kalkokambisole na vapnencima navodi Martinović (2003). Prosječna debljina A horizonta kalkokambisola na D i VM je veća i iznosi 9,8 cm, odnosno 9,5 cm s maksimalnim rasponima do 15 odnosno 20 cm. Nije utvrđena statistički značajna razlika u debljinama A- i B-horizonta između kalkokambisola na različitim matičnim supstratima. Debljina B-horizonta kalkokambisola na V u odnosu na kalkokambisole na D je manja, a sličan trend uočen je i kod kalkokambisola na području NP Plitvička jezera (Perković i dr. 2024).

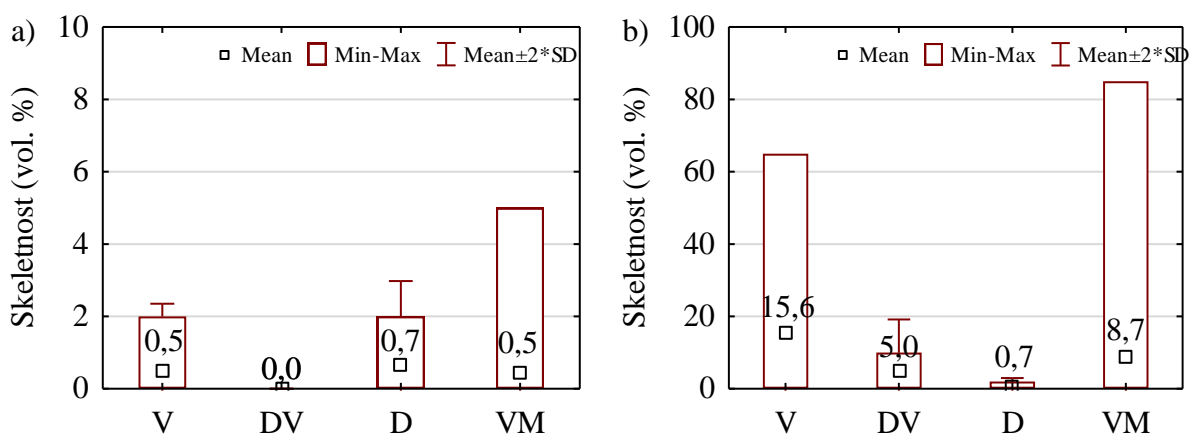
Vrijednosti debljina A i B horizonata kalkokambisola prema matičnom supstratu prikazani su na slici 7.



Slika 7. Debljina (cm) A (a) i B (b) horizonata kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

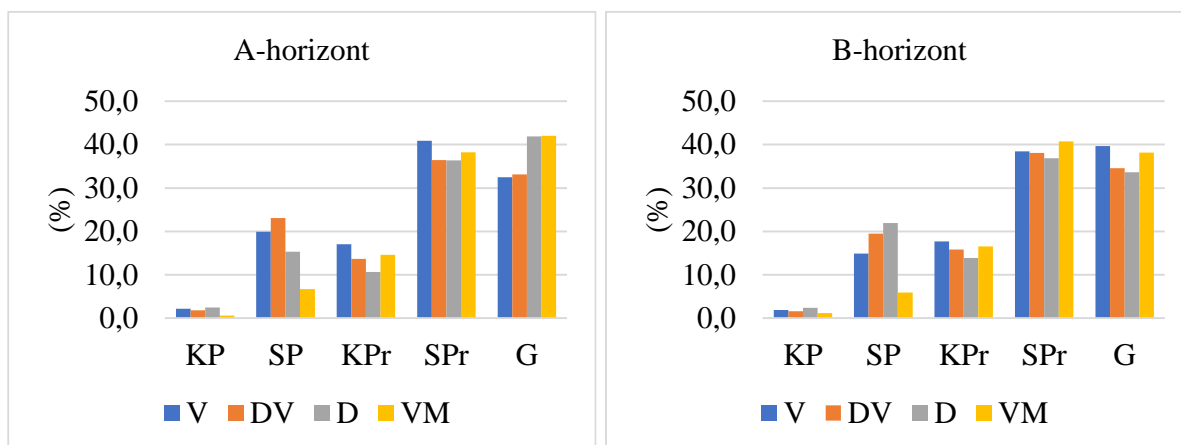
### 3.3. Skeletnost i tekstura tla

Po skeletnosti u A-horizontu kalkokambisoli na svim matičnim supstratima su slabo skeletni (udjel skeleta je < 10%, Pernar 2017), jedino je B-horizont kod kalkokambisola na V skeletoidan (udjel skeleta je 10 – 30 %, Pernar 2017). Nije utvrđena statistički značajna razlika u udjelu skeleta kod kalkokambisola s obzirom na različite matične supstrate po horizontima. Udjel skeleta u kalkokambisolu po matičnom supstratu i horizontima prikazan je na slici 8.



Slika 8. Skeletnost (vol. %) A (a) i B (b) horizonata kalkokambisola prema različitim matičnim supstratima

Tekstura A- i B-horizonta kalkokambisola s obzirom na različite matične supstrate vrlo je ujednačena (slika 9) i kreće se u rasponu od praškaste ilovače do praškaste gline. Nije utvrđena statistički značajna s obzirom na matični supstrat i horizonte unutar istog matičnog supstrata.



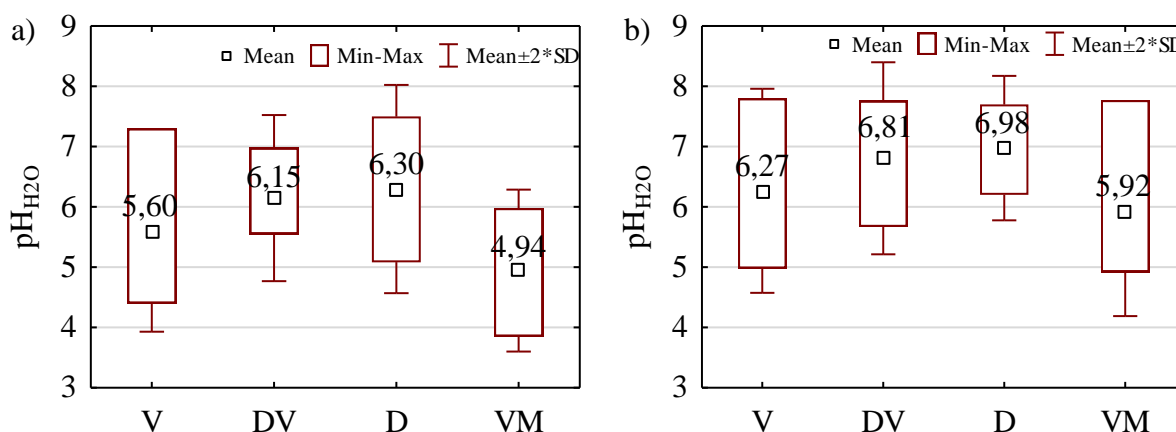
Slika 9. Takstura tla u A i B horizonima kalkokambisola prema različitim matičnim supstratima. Oznake teksturnih frakcija su: KP (krupni pijesak), SP (sitni pijesak), KPr (krupni prah), SPPr (sitni prah) i G (gline).

Prema brojnim istraživanjima (Škorić i dr. 1987, Martinović 2003, Miloš i Bensa 2014, Pernar 2017) glinovita frakcija dominira u kalkokambisolima, dok su ostale frakcije, osobito pijesak, promjenjive ovisno o pedogenetskim čimbenicima, poput matičnog supstrata i reljefa (Perković i dr. 2024). U slučaju kalkokambisola s područja NP Risnjak frakcije gline i sitnog praha su najzastupljenije, a najveća varijabilnost prisutna kod frakcije sitnog pijeska.



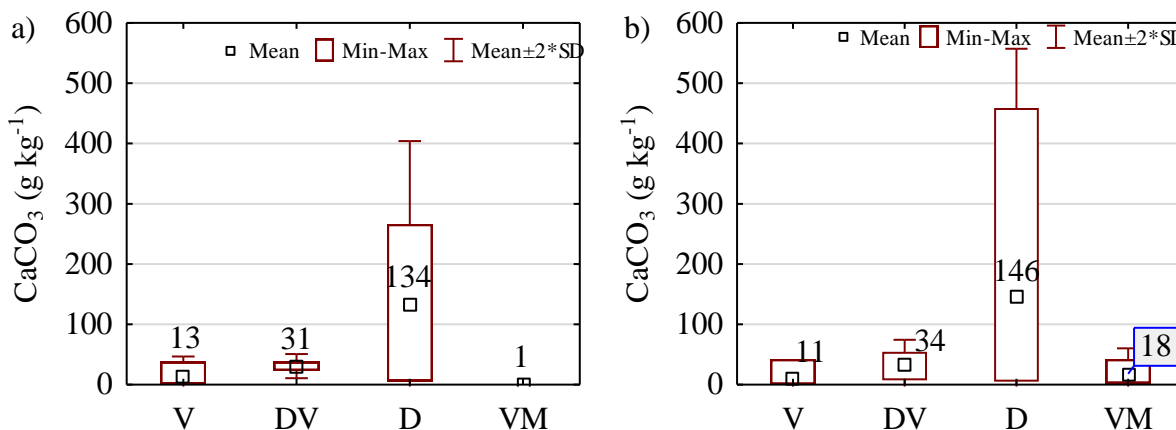
### 3.4. Reakcija tla i karbonati u tlu

U A-horizontu prema srednjoj vrijednosti reakcija tla (prema Pernar i dr. 2013) kod kalkokambisola na V je osrednje kisela, kod kalkokambisola na DV i D slabo kisela, a kod kalkokambisola na VM jako kisela. S dubinom pH vrijednost pokazuje uobičajni trend porasta, odnosno kiselost se smanjuje pa je u B-horizontu kod kalkokambisola na V reakcija slabo kisela, kod kalkokambisola na DV vrlo slabo kisela, kod kalkokambisola na D neutralnala, a kod kalkokambisola na VM osrednje kisela. Kalkokambisola na V i VM imaju statistički značajno nižu pHvrijednost od kalkokambisola na D u A- i B-horizontu (A-horizont:  $F = 5,938$ ,  $p < 0,001$ ; B-horizont:  $F = 3,347$ ,  $p = 0,026$ ). Vrijednosti  $pH_{H_2O}$  prikazane su na slici 10.



Slika 10.  $pH_{H_2O}$  vrijednost u tlu A (a) i B (b) horizonata kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

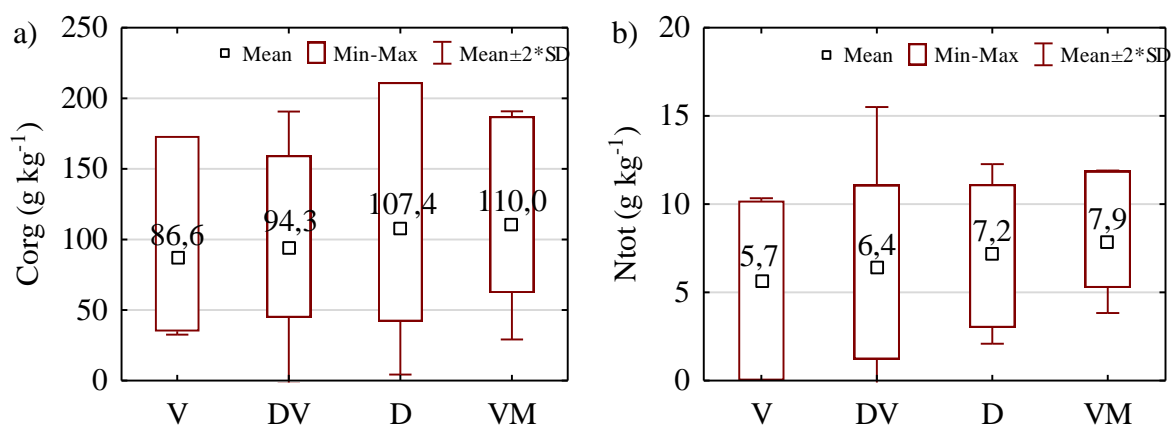
Udjel karbonata u cijelom profilu (slika 11) kod kalkokambisola na V, DV i VM je nizak, dok je kod kalkokambisola na D srednji (Pernar i dr 2013). Identičan trend značajno manjeg udjela karbonata u A- i B-horizontima kalkokambisola na V i D utvrdili su i Perković i dr. (2024) na području NP Plitvička jezera. Veći udjel karbonata u B-horizontu može biti rezultat ponovnog taloženja otopljenog  $CaCO_3$  iz fragmenata karbonatne stijene, kao i prisustva sitnih fragmenata fizički istrošene karbonatne stijene što je karakteristično za dolomitni matični supstrat, čiji fragmenti doprinose povećanoj koncentraciji otopina u tlu (Švob i dr. 2021).



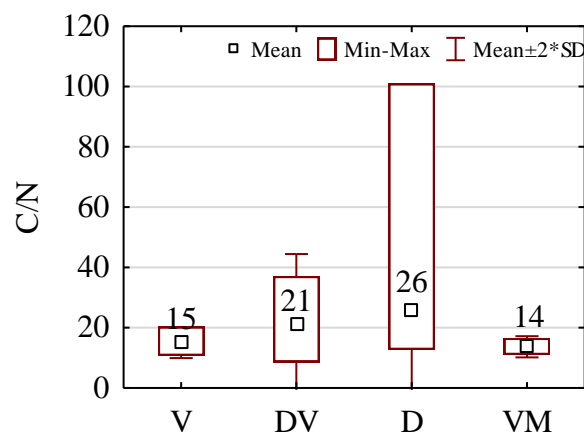
Slika 11. Udjel  $CaCO_3$  (g  $kg^{-1}$ ) u tlu A (a) i B (b) horizonata kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

### 3.5. Organski ugljik i ukupni dušik u tlu

S obzirom na srednju vrijednost udjela organskog ugljika (Corg) u A-horizontu kalkokambisoli na V su vrlo jako humozni, a kalkokambisoli na DV, D i VM bogato humozni. Međutim raspon udjela Corg je velik i ide od minimalnih 34,8 g kg<sup>-1</sup> (jako humozno) kod kalkokambisola na V do maksimalnih 211,5 g kg<sup>-1</sup> (bogato humozno) kod kalkokambisola na D. Prema srednjoj vrijednosti udjela ukupnog dušika (Ntot) svi kalkokambisoli vrlo bogato opskrbljeni dušikom, također s iznimno velikim rasponom udjela (slika 12). Nije utvrđena statistički značajna razlika u udjelu Corg i Ntot između kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu. Dobivene vrijednosti u skladu su s rezultatima koje za kalkokambisole navodi Martinović (2003) i nešto su niže od onih koje navode Perković i dr. (2024).



Slika 12. Udjeli Corg (g kg<sup>-1</sup>) (a) i Ntot (g kg<sup>-1</sup>) (b) u A-horizontu kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

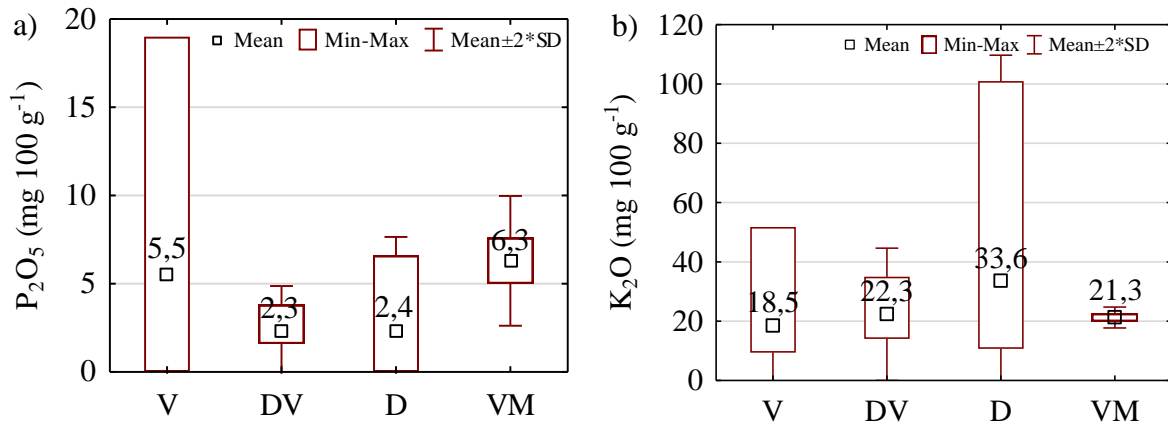


Slika 13. C/N u A-horizontu kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

C/N omjer predstavlja pouzdan pokazatelj kvalitete organske tvari u tlu (Baties, 1996). Vrijednosti omjera veće od 25 ukazuju na usporene procese razgradnje (Swift i dr., 1979). Najnepovoljniji C/N odnosi utvrđen je kod kalkokambisola na D.

### 3.6. Biodostupni fosfor i kalij u tlu

Udjel biodostupnog fosfora ( $P_2O_5$ ) u A-horizontu kalkokambisola na svim matičnim supstratima je vrlo nizak, a udjel biodostupnog kalija ( $K_2O$ ) kod kalkokambisol na D je dobar, dok je kod kalkokambisola na V, DV i VM nizak (Pernar 2017).



Slika 14. Udjel  $P_2O_5$  (a) i  $K_2O$  (b) (mg 100 g<sup>-1</sup>) u A-horizontu kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

### 3.7. Hraniva

U A-horizontu u tablici 2 prikazani su slijedeći makroelementi: P, K, S, Ca i Mg te mikroelementi Fe, Mn, Cu, Zn i B i opskrbljenost tla prema Haefele i dr. (2024). Statistički značajna razlika utvrđena je samo za udjel Mg i to za kalkokambisole na V i kalkokambisole na D ( $H(3, N=18) = 7,760$   $p < 0,01$ ). Kalkokambisoli na D imaju veći udjel Mg.

Tablica 2. Deskriptivna statistika udjela makro i mikroelemenata (biodostupnih hraniva) u A-horizontu kalkokambisola na području NP Risnjak. Broj uzoraka po matičnom supstratu (V: N = 8; DV: N = 2; D: N = 3; VM: N = 5)

Element	Matični supstrat	Aritm. sred	Std. dev.	Std. Err.	Min.	Max.	Koef. varijacije	Opskrbljenost tla
		mg kg <sup>-1</sup>						
P	V	17,4	13,1	4,6	9,6	49,0	75	Osrednja
	DV	23,1	13,0	9,2	13,9	32,3	56	Osrednja
	D	28,1	13,9	8,0	12,1	37,0	49	Osrednja
	VM	24,9	10,2	4,6	12,8	38,9	41	Osrednja
K	V	423,3	111,7	39,5	257,4	613,0	26	Osrednja
	DV	444,1	286,0	202,2	241,9	646,3	64	Osrednja
	D	398,8	123,2	71,1	306,7	538,7	31	Osrednja
	VM	452,0	148,0	66,2	320,9	676,6	33	Osrednja
S	V	88,2	16,7	5,9	64,2	109,1	19	Vrlo visoka
	DV	97,2	5,1	3,6	93,6	100,8	5	Vrlo visoka
	D	101,7	22,7	13,1	84,1	127,3	22	Vrlo visoka
	VM	99,8	29,4	13,1	79,9	147,1	29	Vrlo visoka
Ca	V	3393,4	1393,2	492,6	980,2	5450,6	41	Vrlo visoka
	DV	4008,6	875,4	619,0	3389,6	4627,6	22	Vrlo visoka
	D	3860,6	1164,1	672,1	2733,6	5058,6	30	Vrlo visoka
	VM	2967,6	2324,7	1039,6	1036,5	6838,6	78	Vrlo visoka
Mg	V	172,4	25,2	8,9	134,3	214,5	15	Vrlo visoka
	DV	461,6	428,2	302,8	158,8	764,4	93	Vrlo visoka
	D	630,9	175,8	101,5	444,4	793,5	28	Vrlo visoka
	VM	225,1	92,6	41,4	178,2	390,6	41	Vrlo visoka
Fe	V	219,0	91,2	32,2	96,5	388,2	42	Osrednja
	DV	143,9	79,9	56,5	87,4	200,4	56	Osrednja
	D	219,1	32,3	18,7	192,9	255,2	15	Osrednja
	VM	309,6	101,4	45,3	226,0	477,1	33	Visoka
Mn	V	126,3	70,1	24,8	4,3	208,5	55	Osrednja
	DV	175,4	16,5	11,7	163,8	187,1	9	Osrednja
	D	183,6	125,1	72,3	92,0	326,2	68	Osrednja
	VM	75,4	43,5	19,4	24,5	137,2	58	Niska
Cu	V	2,2	1,2	0,4	1,2	4,5	54	Osrednja
	DV	2,5	1,1	0,8	1,7	3,3	45	Osrednja
	D	1,4	0,3	0,2	1,2	1,7	22	Osrednja
	VM	1,9	1,3	0,6	1,0	4,1	66	Osrednja
Zn	V	7,2	3,5	1,3	3,4	12,5	49	Niska
	DV	9,8	2,8	2,0	7,8	11,8	28	Niska
	D	7,6	4,2	2,4	2,9	10,8	55	Niska
	VM	10,3	5,6	2,5	4,7	19,5	54	Osrednja
B	V	0,4	0,2	0,1	0,1	0,7	53	Vrlo niska
	D	0,5	0,1	0,0	0,5	0,5	10	Vrlo niska
	VM	0,4	0,2	0,1	0,1	0,6	53	Vrlo niska
	DV	0,6	0,3	0,2	0,4	0,8	44	Vrlo niska

## 4. Zaključci

S gledišta geneze i evolucije tla, teorijski nema razlika u mehanizmu tvorbe tla na čvrstim vapnencima i dolomitima pa tako niti postojeća klasifikacija tla ne izdvaja zasebno kalkokambisole povrh vapnenaca i dolomita. Na području NP Risnjak kalkokambisoli se javljaju na nekoliko različitih supstrata u pogledu načina i intenziteta fizičkog i kemijskog trošenja: na čvrstim vapnencima (V), dolomitičnim vapnencima (DV) i dolomitima (D), te na vapnenačkoj moreni (VM). Kod kalkokambisola na V, DV i D dominantan je kalkokambisol plitki, dok je kod kalkokambisola na VM dominantan kalkokambisol duboki što je i očekivano s obzirom na prirodu matičnog supstrata koji je nastao fluvio-glacijalnim taloženjem. Kod kalkokambisola na D zabilježena je najmanja površinska stjenovitost i kamenitost zemljišta. Kod kalkokambisola na V i VM površinska stjenovitost kreće u rasponu od vrlo niske (ne postoji) do vrlo visoke (do 80 %).

Prosječne pH-vrijednosti u A- i B-horizontu i prosječni udjeli karbonata bili su veći u kalkokambisolima na D u odnosu na kalkokambisole na V i VM. Udjeli organskog ugljika i ukupnog dušika bili su podjednaki za kalkokambisole na svim matičnim supstratima, dok je C/N odnos za kalkokambisole na D bio najnepovoljniji. Udjel biodostupnog fosfora u A-horizontu kalkokambisola na svim matičnim supstratima je vrlo nizak, a udjel biodostupnog kalija kod kalkokambisol na D je dobar, dok je kod kalkokambisola na V, DV i VM nizak. U pogledu ostalih hraniva statistički značajna razlika utvrđena je samo za Mg i to za kalkokambisole na D koji imaju statistički značajno veći udjel Mg u odnosu na kalkokambisole na V. Ovim se utvrdilo da postoje i fizičke i kemijske značajke po kojima kalkokambisoli s obzirom na matični supstrat razlikuju.

## 5. Literatura

- Bakšić, D., N. Pernar, J. Vukelić, D. Baričević, 2008: Properties of cambisol in beech-fir forests of Velebit and Gorski kotar, *Periodicum Biologorum*, vol. 110, No2, 119-125.
- Baties, N. H., 1996: Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science* 47, 151-163, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1996.tb01386>
- Ćirić, M., Č. Burlica, J. Martinović, 1988: Geneza i svojstva zemljišnog pokrivača na kršu, VIII. Kongres JDPZ, 13-29, Cetinje.
- FAO 2006: Guidelines for soil description (fourth edition). Food organization on the united nations, p. 1-95, Rome
- Geografske i fiziografske značajke tla Nacionalnog parka "Risnjak", Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb 2022.
- Haefele, S. M., Mossa, A. W., Gashu, D., Nalivata, P. C., Broadley, M. R., Grath, S. P., Thomas, C.L., 2024. Mahlich 3 as an indicator of grain nutrient concentration for five cereals in sub-Saharan Africa, *Field Crops Research*, Volume 307, 1 March 2024, 109243, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109243>
- JU NP Risnjak, 2022: Plan upravljanja Nacionalnim parkom Risnjak i pridruženim zaštićenim područjem i područjima ekološke mreže (PU 6159) 2022.-2031., JU NP Risnjak, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja RH, Zadruga Granum salis, 118 str. <https://www.np-risnjak.hr/web/wp-content/uploads/2022/03/Plan-upravljanja-2022.-%E2%80%932031.pdf>
- Martinović, J., 1974: Prilog poznavanju tala istraživanog područja. U: Žunko, O. (ur): Tipološke značajke šuma u Gospodarskoj jedinici "Crni Lug". *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 26:23–30.
- Martinović, J., 1976: Tla i litološka građa. U: Bertović, S. et al.: Tipološke značajke šuma u Gospodarskoj jedinici "Brod na Kupi". *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 21:22–39.
- Martinović, J., 1978: Tla sekcija Cerknica 3 i 4. Tumač i pedološke karte (Rukopisni primjerak). Projektni savjet za izradu pedološke karte SR Hrvatske.
- Martinović, J., 1997: Tloznanstvo u zaštiti okoliša, Priručnik za inženjere, Državna uprava za zaštitu prirode, 288 str.
- Martinović, J., 2003: Gospodarenje šumskim tlima u Hrvatskoj, Šumarski institut Jastrebarsko, Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, 525 str.
- Miloš, B., A. Bensa, 2014: A GIS Based Assessment of Agricultural Resources for Karstic Areas of the Adriatic Coastal Region. *Agriculture and Forestry* 60 (4): 135-141
- Perković, I., D. Počekal, V. Roje, D. Bakšić, N. Pernar, 2024: Utjecaj matičnog supstrata na značajke kalkokambisola na području NP Plitvička jezera, *Šumarski list*, 5–6 (2024): 237–247 <https://doi.org/10.31298/sl.148.5-6.2>
- Pernar, N., 1996: Uzroci varijabilnosti organskog kompleksa kalkikambisola na kršu zapadne Hrvatske, Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 121 str.

- Pernar, N., 2017: Tlo; nastanak, značajke, gospodarenje. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 799 p.
- Pernar, N., D. Bakšić, I. Perković, 2013: Terenska i laboratorijska istraživanja tla, priručnik za uzorkovanje i analizu, udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski fakultet, 192 str.
- Pernar, N., D. Bakšić, I. Perković, B. Vrbek, 2024: Pedološka karta NP „Plitvička jezera“, izvješće po projektu „Pedološka karta Nacionalnog parka „Plitvička jezera“ (2021-2024), Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, 88 str. + prilozi 25 str.
- Pernar, N., I. Perković, D. Bakšić, M. Ančić, B. Vrbek, 2022: Geografske i fiziografske značajke tla Nacionalnog parka Risnjak, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, izvješće po projektu (naručitelj NP Risnjak), 71 str.
- Swift, M. J., O. W. Heal, J. M. Anderson, 1979: Decomposition in terrestrial ecosystems. Oxford: Blackwell.
- Škorić A., M. Adam, F. Bašić, M. Bogunović, D. Cestar, J. Martinović, B. Mayer, B., Miloš, Ž. Vidaček, 1987: Pedosphere of Istria. Projektni savjet Pedološke karte Hrvatske, Zagreb
- Škorić, A. 1986: Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb
- Švob, M., A. Bensa, D. Dominguez-Villar, D. Perica, K. Krklec, 2021: Basic Properties of Calcocambisol from a Location on North Dalmatian Plain. Agric. conspec. sci. Vol. 86 (2021) No. 4, 305-316
- Vukelić, J., N. Pernar, I. Perković, D. Bakšić, M. Balenović, I. Šapić, 2023: Tlo i šumska vegetacija Nacionalnog parka „Risnjak“, JU NP Risnjak, 131 str.
- Zhang, H., Hardy, D., Mylavarapu, R., Wang, J., 2014: Mehlich 3 Extraction for Macro- and Micronutrients. Soil Test Methods From the South eastern United States str. 101 – 110.

## Prilozi

Prilog 1: deskriptivna statistika za površinsku stjenovitost kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

Stjenovitost srednja (ploš. %)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	31	22,3	24,9	0,0	80,0	10,0	80
DV	5	16,0	13,4	5,0	35,0	10,0	268
D	8	0,6	1,2	0,0	3,0	0,0	15
VM	13	5,8	19,3	0,0	70,0	0,0	149

Prilog 2: deskriptivna statistika za površinsku kamenitost kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

Kamenitost srednja (ploš. %)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	31	6,8	10,6	0,0	35,0	0,0	155
DV	5	9,2	9,0	0,0	18,0	10,0	98
D	8	0,3	0,7	0,0	2,0	0,0	283
VM	13	0,2	0,6	0,0	2,0	0,0	361

Prilog 3: deskriptivna statistika za debljinu A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

Debljina (cm)								Debljina (cm)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	31	7,4	3,3	2,0	15,0	7,0	45	V	30	29,3	10,7	11,0	52,0	28,0	37
DV	5	6,5	1,2	5,0	8,0	7,0	19	DV	5	20,3	8,1	8,5	27,5	24,0	40
D	8	9,8	4,1	4,0	15,0	9,5	42	D	8	23,1	10,5	11,0	45,0	22,5	45
VM	13	9,5	3,7	5,0	20,0	10,0	39	VM	13	34,7	15,8	17,0	65,0	30,0	45

Prilog 4: deskriptivna statistika za skeletnost A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

Skeletnost (vol. %)								Skeletnost (vol. %)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	8	0,5	0,9	0,0	2,0	0,0	185	V	8	15,6	22,1	0,0	65,0	7,5	142
DV	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		DV	2	5,0	7,1	0,0	10,0	5,0	141
D	3	0,7	1,2	0,0	2,0	0,0	173	D	3	0,7	1,2	0,0	2,0	0,0	173
VM	11	0,5	1,5	0,0	5,0	0,0	332	VM	11	8,7	25,4	0,0	85,0	0,0	291



**Prilog 5: deskriptivna statistika za udjel KP 2-0,2 mm A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu**

KP 2-0,2 mm (%)								KP 2-0,2 mm (%)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	30	2,1	2,5	0,3	13,2	1,5	115	V	28	1,9	3,6	0,1	18,8	0,8	190
DV	5	1,9	1,5	0,5	4,5	1,5	83	DV	5	1,6	1,5	0,5	4,1	0,7	96
D	8	2,5	1,3	0,5	3,7	3,0	51	D	8	2,4	1,5	0,7	5,1	2,1	61
VM	13	0,6	0,3	0,1	1,0	0,7	49	VM	13	1,2	1,8	0,3	7,2	0,8	156

**Prilog 6: deskriptivna statistika za udjel SP 0,2-0,063 mm A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu**

SP 0,2-0,063 mm (%)								SP 0,2-0,063 mm (%)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	30	19,9	13,2	0,4	43,8	22,3	66	V	28	14,9	10,2	0,2	31,7	17,3	68
DV	5	23,1	21,3	2,0	50,6	23,2	93	DV	5	19,5	15,1	2,8	31,8	28,3	77
D	8	15,3	14,5	0,8	37,0	12,4	95	D	8	21,9	22,1	1,0	52,5	15,7	101
VM	13	6,7	14,5	0,3	42,0	1,0	215	VM	13	5,9	11,1	0,6	34,2	1,5	187

**Prilog 7: deskriptivna statistika za udjel KPr 0,063-0,020 mm A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu**

KPr 0,063-0,020 mm (%)								KPr 0,063-0,020 mm (%)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	8	17,0	3,4	11,1	22,8	17,0	20	V	8	17,7	4,4	11,7	23,8	16,6	25
DV	2	13,7	3,9	10,9	16,4	13,7	28	DV	2	15,8	10,6	8,4	23,3	15,8	67
D	3	10,6	4,9	5,0	13,6	13,3	46	D	3	13,9	3,2	11,1	17,3	13,1	23
VM	11	14,6	4,4	7,6	21,5	14,8	30	VM	11	16,5	4,2	11,4	23,7	15,7	25

**Prilog 8: deskriptivna statistika za udjel SPr 0,020-0,002 mm A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu**

SPr 0,020-0,002 mm (%)								SPr 0,020-0,002 mm (%)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	30	40,9	8,2	15,3	54,8	41,7	20	V	28	38,4	9,4	21,1	53,9	39,0	25
DV	5	36,5	12,2	24,7	51,5	35,1	34	DV	5	38,0	6,8	26,3	43,6	40,7	18
D	8	36,4	8,8	25,0	47,6	35,2	24	D	8	36,9	17,0	14,8	61,3	38,4	46
VM	13	38,2	7,2	29,4	52,8	38,9	19	VM	13	40,7	6,3	30,7	51,7	40,0	15

Prilog 9: deskriptivna statistika za udjel  $G < 0,002$  mm A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

G < 0,002 mm (%)								G < 0,002 mm (%)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	30	32,5	11,4	13,4	61,1	29,5	35	V	28	39,7	11,0	25,8	62,4	37,5	28
DV	5	33,2	13,2	23,2	55,0	27,3	40	DV	5	34,6	13,3	26,4	58,1	29,7	38
D	8	41,9	12,4	20,0	61,2	42,9	30	D	8	33,6	11,7	16,1	51,4	33,2	35
VM	13	42,0	10,5	23,5	61,2	40,8	25	VM	13	38,1	7,8	26,4	55,6	37,6	20

Prilog 10: deskriptivna statistika za  $pH_{H_2O}$  vrijednost u tlu A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

$pH_{H_2O}$								$pH_{H_2O}$							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	31	5,60	0,83	4,40	7,30	5,53	15	V	30	6,27	0,85	4,98	7,80	6,54	14
DV	5	6,15	0,69	5,55	6,98	5,80	11	DV	5	6,81	0,80	5,67	7,76	6,80	12
D	8	6,30	0,86	5,08	7,50	6,28	14	D	8	6,98	0,60	6,20	7,70	6,93	9
VM	13	4,94	0,67	3,85	5,98	4,96	14	VM	13	5,92	0,87	4,92	7,77	5,71	15

Prilog 11: deskriptivna statistika za udjel  $CaCO_3$  ( $g\ kg^{-1}$ ) u tlu A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

$CaCO_3$ ( $g\ kg^{-1}$ )								$CaCO_3$ ( $g\ kg^{-1}$ )							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	4	13	17	1	38	6	133	V	9	11	15	1	42	6	129
DV	2	31	10	24	38	31	33	DV	4	34	20	7	55	38	58
D	4	134	135	6	266	132	101	D	6	146	206	5	459	26	141
VM	1	1		1	1	1	0	VM	3	18	21	2	42	10	117

Prilog 12: deskriptivna statistika za udjel Corg ( $g\ kg^{-1}$ ) i Ntot ( $g\ kg^{-1}$ ) u tlu A horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

Corg ( $g\ kg^{-1}$ )								Ntot ( $g\ kg^{-1}$ )							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	31	86,6	27,0	34,8	173,4	83,2	31	V	29	5,7	2,3	0,0	10,2	5,5	41
DV	5	94,3	48,1	44,5	159,6	95,7	51	DV	5	6,4	4,6	1,2	11,1	8,5	71
D	8	107,4	51,5	41,8	211,5	92,2	48	D	8	7,2	2,5	3,0	11,1	7,4	35
VM	13	110,0	40,4	62,1	187,3	96,8	37	VM	13	7,9	2,0	5,3	11,9	7,1	26

Prilog 13: deskriptivna statistika za C/N omjer u tlu A horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

C/N							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	28	15	3	11	20	15	17
DV	5	21	12	9	37	19	55
D	8	26	30	13	101	16	116
VM	13	14	2	11	17	14	13

Prilog 14: deskriptivna statistika za udjel P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O (mg 100 g<sup>-1</sup>) tlu A horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg 100 g <sup>-1</sup> )								K <sub>2</sub> O (mg 100 g <sup>-1</sup> )							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	22	5,5	5,1	0,0	19,0	6,1	94	V	23	18,5	9,7	9,4	51,8	17,5	52
DV	3	2,3	1,3	1,6	3,8	1,6	54	DV	3	22,3	11,2	14,0	35,0	18,0	50
D	5	2,4	2,6	0,0	6,6	1,1	112	D	5	33,6	38,1	10,7	101,0	19,1	113
VM	2	6,3	1,8	5,0	7,6	6,3	29	VM	2	21,3	1,8	20,0	22,5	21,3	8